

Chapitre 9

Thermique et services normalisés

9.1. Les échauffements sous régimes variés

9.1.1. Les échanges thermiques

9.1.1.1. Introduction

Dans un circuit électrique en service, les différents constituants, câbles, transformateurs, moteurs, contacteurs, disjoncteurs, fusibles, etc., sont l'objet de phénomènes thermiques qu'il est indispensable de bien maîtriser. En effet, des échauffements supérieurs au niveau acceptable, précisés en général par des normes, risquent de nuire à la sécurité de l'installation ou à la longévité du matériel.

9.1.1.2. La chaleur

Tous les chemins « conducteurs » que l'on offre aux courants électriques dans les installations et à l'intérieur des appareils sont plus ou moins résistants. Or, la circulation du courant dans un circuit résistant produit toujours de la chaleur, dont la quantité est donnée par la loi de Joule :

$$Q = k \cdot R \cdot I^2 \cdot t$$

avec

- k	un coefficient dépendant des unités des différentes grandeurs
- R	la résistance du circuit
- I	l'intensité du courant
- t	le temps de passage du courant

Une autre source de chaleur est représentée par les circuits magnétiques parcourus par des flux alternatifs. Cette chaleur élève la température des pièces qui ne cesseraient de croître si, par échange, elle n'était simultanément évacuée.

Physiquement, la température correspond à une agitation variable des molécules, même pour les matériaux « solides ». Elle résulte de l'énergie calorifique, ou chaleur, qui est comparable aux autres formes connues d'énergie, électrique, mécanique, ..., mais qui apparaît aussi au cours des transformations de l'une en l'autre, à cause des pertes. Ainsi, dans le moteur électrique qui fournit de l'énergie mécanique, les pertes sous forme d'énergie calorifique doivent être évacuées par une ventilation.

Il est donc très important de bien connaître les processus d'échanges thermiques qui permettent de limiter les échauffements.

9.1.1.3. Les causes d'échange thermique

Lorsque des corps à températures différentes sont en présence, il y a un échange d'énergie calorifique. Cet échange provient de la différence de température. Il est d'autant plus intense que cette différence est importante.

Il peut être comparé à la circulation d'un liquide entre deux vases communicants, qui est d'autant plus rapide que la différence de niveau est importante.

Le sens de l'échange est aussi fonction du sens de l'écart de température, et par là même réversible.

La figure ci-dessous illustre ces phénomènes.

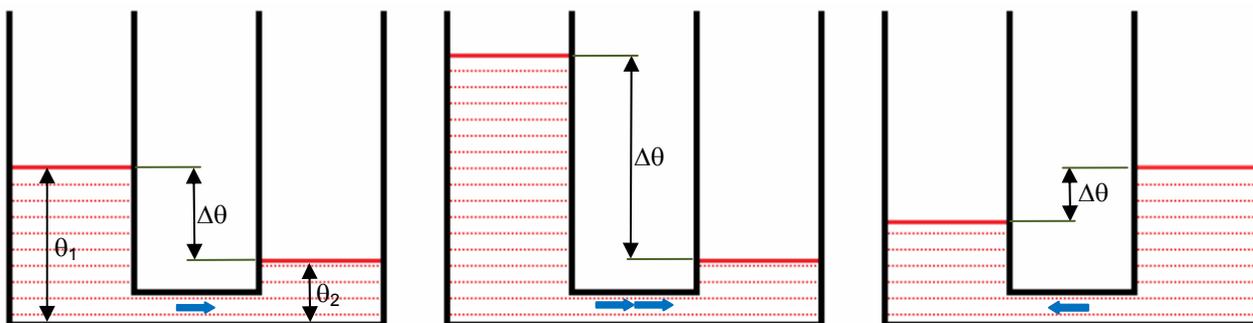


Fig. 9.1-1

avec $\Delta\theta = \theta_1 - \theta_2$

L'échange tend à réduire l'écart de température $\Delta\theta$ des corps jusqu'à l'égalisation.

Notons que l'échange thermique se produit aussi bien entre deux corps solides qu'entre un solide et un fluide tel que l'air ou l'eau. Ainsi, l'ampoule électrique chauffe aussi bien l'air voisin que son support.

9.1.2. Les modes de transfert thermique

Lorsque l'on met en présence deux corps de températures différentes, ils échangent de l'énergie sous forme de chaleur jusqu'à atteindre un état d'équilibre qui se traduit par l'uniformisation de leurs températures.

Ces échanges thermiques sont de trois types :

- rayonnement
- convection
- conduction

9.1.2.1. Le rayonnement

Tous les corps matériels de température supérieure au zéro absolu ou 0° Kelvin qui correspond à -273° Celsius, émettent des ondes électromagnétiques; on dit qu'ils émettent un rayonnement thermique constitué d'ondes et de corpuscules: lumière, infrarouge, ultraviolet, etc..

Le rayonnement croît avec la température du corps. Il devient nul lorsque la température s'abaisse jusqu'au zéro absolu, valeur où l'agitation moléculaire est elle-même nulle.

Il en résulte qu'un corps dont la température est différente de 0° K émet toujours de l'énergie même s'il se trouve en présence d'un corps plus chaud que lui.

En plus, au processus d'émission de rayonnement thermique s'ajoute un processus d'absorption des radiations électromagnétiques provenant de l'environnement de ces corps. Leur état thermique est alors régi par le bilan des processus d'émission et d'absorption.

Le rayonnement thermique correspond à un transfert de chaleur ne nécessitant aucun support matériel, c'est ainsi que la terre est chauffée par le rayonnement thermique du soleil qui s'est propagé dans le vide, de la surface solaire, qui l'a émis, jusqu'à la terre qui l'absorbe.